

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 1 日
Date of Application:

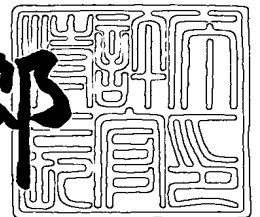
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 8 7 9 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 8 7 9 5]

出 願 人 コニカ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 9 0 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY00851

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 3/08

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 三森 満

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 新 勇一

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090033

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 荒船 博司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 027188

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置及び対物光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対物光学素子を含む複数の光学素子を備え、対物光学素子を用いて第 1 の光源から出射される第 1 の波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体に集光させると共に第 2 の光源から出射される第 2 の波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第 2 の光情報記録媒体に集光させることにより各種情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記光学素子の少なくとも一つが、少なくとも一つの光学面に光軸を中心とする中央領域と中央領域の周辺に位置する周辺領域の少なくとも 2 つの領域を備え、

前記中央領域に、あらかじめ定められた段数を有する階段形状の不連続部位が周期的に形成され、前記階段形状の各段部は光軸を中心とした同心円を形成し、第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与することにより、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる位相変調手段を備え、

第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として前記対物光学素子に入射することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ピックアップ装置であって、

前記不連続部位を形成する周期が、光軸からの高さ h 、 n 次 (n は偶数) の光路差関数の係数 B_n を用いて、

$$\phi(h) = (B_2 h^2 + B_4 h^4 + B_6 h^6 + \dots B_n h^n) \times 2\pi$$

により定義される位相関数 $\phi(h)$ で表したときの

$$\phi(h) / 2\pi$$

の整数部分で表され、

2 次の光路差関数の係数 B_2 、前記中央領域の光軸から最も離れた位置の高さを h_{in} として、

$$0 \leq |\phi(h_{in}) / 2\pi - B_2(h_{in})^2| \leq 10$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】 請求項2に記載の光ピックアップ装置であって、

$$|B_2(h_{in})^2| \leq 18$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記第2の波長 λ_2 の光束のうち、前記中央領域を通過する光束は第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、前記周辺領域を通過する光束は第2の光情報記録媒体の情報記録面外に集光することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記周辺領域に光束を屈折させる屈折構造を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項6】 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記周辺領域に、前記中央領域に形成された位相変調手段と同様の位相変調手段を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項7】 請求項6に記載の光ピックアップ装置であって、

前記周辺領域の位相変調手段が備える不連続部位の段数が前記中央領域の不連続部位の段数より少ないことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項8】 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記周辺領域に鋸歯状の回折輪帯を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項9】 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記周辺領域に、所定の非球面形状を光軸方向に沿って階段状に平行移動させた不連続面を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 0】 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位のうち、少なくとも一つの不連続部位の段数が 4 であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位のうち、少なくとも一つの不連続部位の段数が 5 であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記第 1 の波長 $\lambda 1$ が、

$$620\text{ nm} \leq \lambda 1 \leq 680\text{ nm}$$

であり、

前記第 2 の波長 $\lambda 2$ が、

$$750\text{ nm} \leq \lambda 2 \leq 810\text{ nm}$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記位相変調手段が前記対物光学素子以外の光学素子に形成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記位相変調手段が前記対物光学素子に形成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、光学系の結像倍率 m が、

$$-0.149 \leq m \leq -0.049$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記中央領域の位相変調手段は、第 1 の波長 $\lambda 1$ の光束に対しては位相差を付

与しない、もしくは前記不連続部位の各段部の1段分の深さによって付与される位相差の絶対値を 0.2π ラジアンより小さい範囲内に収めることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項17】 請求項1～16のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記中央領域の位相変調手段は、第2の波長 λ_2 の光束に対しては位相差を付与しない、もしくは前記不連続部位の各段部の1段分の深さによって付与される位相差の絶対値を 0.2π ラジアンより小さい範囲内に収めることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項18】 請求項1～17のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位の数が3～18の範囲内であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項19】 請求項1～18のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

一つの前記光学素子の複数の光学面に位相変調手段が形成されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項20】 請求項1～19のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記対物光学素子の光源側の光学面の近軸の曲率半径を R_1 、光情報記録媒体側の光学面の近軸の曲率半径を R_2 としたとき、

$$-3.2 < R_2 / R_1 < -1.9$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項21】 複数の光学素子を備え、第1の光源から出射される第1の波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第1の光情報記録媒体に集光させると共に第2の光源から出射される第2の波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第2の光情報記録媒体に集光させることにより各種情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物光学素子であって、

少なくとも一つの光学面に光軸を中心とする中央領域と中央領域の周辺に位置

する周辺領域の少なくとも 2 つの領域を備え、

前記中央領域に、あらかじめ定められた段数を有する階段形状の不連続部位が周期的に形成され、前記階段形状の各段部は光軸を中心とした同心円を形成し、第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与することにより、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる位相変調手段を備え、

第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射することを特徴とする対物光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報記録媒体の情報記録面に光束を集光させる対物光学素子及び光ピックアップ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、短波長赤色レーザの実用化に伴い、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光情報記録媒体（光ディスクともいう）であるDVD（デジタルビデオディスク）が製品化されている。

DVD用記録再生装置では、650nmの半導体レーザを使用したときの対物レンズの光ディスク側の開口数NAを0.6～0.65としている。DVDはトラックピッチ0.74 μ m、最短ビット長0.4 μ mであり、CDのトラックピッチ1.6 μ m、最短ビット長0.83 μ mに対して半分以下に高密度化されている。また、DVDにおいては、光ディスクが光軸に対して傾いたときに生じるコマ収差を小さく抑えるために、保護基板厚は0.6mmとCDの保護基板厚の半分になっている。

【0 0 0 3】

また、上述したCD、DVDの他に、光源波長や保護基板厚が異なる種々の規格の光ディスク、例えばCD-R、RW（追記型コンパクトディスク）、VD（

ビデオディスク)、MD(ミニディスク)、MO(光磁気ディスク)なども商品化されている。

さらに半導体レーザの短波長化が進み、波長400nm程度の青紫色半導体レーザ光源と、像側開口数(NA)を0.85程度まで高めた対物レンズを用いた保護基板厚0.1mm程度の高密度光ディスク(以下、「高密度DVD」という。)や、像側開口数(NA)を0.65程度とした対物レンズを用いた保護基板厚0.6mm程度の高密度DVDの研究・開発が進んでいる。

【0004】

そして、二種類の光ディスクの情報記録面に対して二種類の異なる波長の光束を一つの対物レンズにより収束させる、いわゆる互換性を有する光ピックアップ装置が各種提案されている。

互換性を有する光ピックアップ装置として、対物レンズの表面や対物レンズとは別体に配置した光学素子の表面に、階段状の不連続面からなる段差構造(回折構造)を形成したものが知られている。(例えば、特許文献1～特許文献3参照。))。

【0005】

特許文献1及び特許文献2には、階段状の段差からなる回折構造を備える平板状のホログラム光学素子と屈折型の対物レンズとを別体に備える光ピックアップ装置が開示されている。

これら装置は、コリメータレンズにより平行光化された二種類の波長のうち、一方の波長の光束に関してはホログラム光学素子を透過させた後、対物レンズを介して所定のディスク上に集光させ、他方の波長の光線に関してはホログラム光学素子を通過する際に発散するように回折させた後、回折光のうちの-1次回折光を対物レンズを介して所定の光ディスク上に集光させることにより、一つの対物レンズで二種類の光ディスクに対して情報の記録/再生を行なうものである。

【0006】

また、上記特許文献3には、階段状の段差からなる回折構造(ゾーンプレート)が形成された対物レンズを備える光ピックアップ装置が開示されている。

この装置は、コリメータレンズにより平行光化された波長650nmと780

n m の二種類の波長のうち、波長 6 5 0 n m の光束を対物レンズの凸面形状及び対物レンズ両表面の非球面形状によって D V D の記録面上に収束させ、波長 7 8 0 n m の光束をゾンプレートにより収差補正した状態で C D - R の記録面上に収束させるものである。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】

特開平 9 - 5 4 9 7 3 号公報

【特許文献 2】

特開平 9 - 3 0 6 0 1 8 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 2 7 7 7 3 2 号公報

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、特許文献 1 ～ 3 に開示された装置はいずれも、光源からの波長が異なる 2 種類の出射光束をコリメータレンズにより平行光化させた後に、回折構造を備えるホログラム光学素子や対物レンズに入射させるいわゆる無限系の光ピックアップ装置である。

このような無限系の光ピックアップ装置においては、光源と対物レンズの間に光束を平行光化させるコリメータレンズ等の光学素子を配置する必要があるため、装置の大型化や高コスト化を招くという問題があった。

【 0 0 0 9 】

また、発散光を対物レンズに入射させるいわゆる有限系の光ピックアップ装置では、光ディスクを再生／記録する際に対物レンズを光ディスクに対して移動させるトラッキング時に像高特性が悪化し、コマ収差や非点収差が発生するという問題があった。

また、有限系の光ピックアップ装置では、無限系の装置と比較して温度変化により発生する球面収差が大きくなるという問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、使用する波長が異なる二

種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、像高特性の悪化を低減し、温度変化による球面収差等を補正できる有限系の光ピックアップ装置及び対物光学素子を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、対物光学素子（対物レンズ40）を含む複数の光学素子を備え、対物光学素子を用いて第1の光源11から出射される第1の波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第1の光情報記録媒体20に集光させると共に第2の光源12から出射される第2の波長 λ_2 （ $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の光束を保護基板厚 t_2 （ $t_2 \geq t_1$ ）の第2の光情報記録媒体21に集光させることにより各種情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置10であって、前記光学素子の少なくとも一つが、少なくとも一つの光学面41に光軸Lを中心とする中央領域A1と中央領域の周辺に位置する周辺領域A2の少なくとも2つの領域を備え、前記中央領域に、あらかじめ定められた段数を有する階段形状の不連続部位31が周期的に形成され、前記階段形状の各段部31aは光軸を中心とした同心円を形成し、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与することにより、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる位相変調手段30を備え、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束が共に発散光として前記対物光学素子に入射することの特徴とする。

【0012】

ここで、本明細書中において光学素子とは、光ピックアップ装置の光学系を構成する、例えば、カップリングレンズ、ビームエキスパンダ、ビームシェイパ、補正板等の部材を指す。

また、光学素子としては、単一のレンズのみで構成されているものに限定されず、複数のレンズを光軸方向に組み合わせて構成されるレンズ群をまとめて光学素子としてもよい。

また、対物光学素子とは対物レンズを指す。対物レンズとは、狭義には光ピッ

クアップ装置に光記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズとともに、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズを指すものとする。

【0013】

また、光情報記録媒体とはCD、DVD、CD-R、MD、MO、高密度DVD等の所定の波長の光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう一般的な光ディスクを指す。

【0014】

また、情報の再生とは光情報記録媒体の情報記録面上に記録された情報を再生することをいい、情報の記録とは光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録することをいう。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

また、光ピックアップ装置は、情報の記録だけあるいは再生だけを行うために用いるものであってもよいし、記録と再生の両方を行うために用いるものであってもよい。

また、不連続部位とは、光軸を含む平面（子午断面）でその断面をみた場合に光軸方向に沿って連続する階段状の段部により構成される構造を指し、不連続部位に入射する所定の光束に対して位相差を付与することにより、この光束を回折させる作用を有する構造をいう。

【0015】

位相変調手段は、光ピックアップ装置の光学系を構成する複数の光学素子のうちの少なくとも一つに形成されていれば良い。

また、位相変調手段は一つの光学素子が備える一つあるいは複数の光学面のうち少なくとも一つの光学面に形成されていればよい。

従って、例えば、光学素子としての対物レンズが備える、光源側の光学面又は光情報記録媒体側の光学面に位相変調手段を形成してもよく、さらには、それぞれの光学面に位相変調手段を形成する等、光ピックアップ装置を構成する光学素子の複数の光学面に位相変調手段を形成してもよい。

また、本明細書中において位相差 ϕ は $0 \leq \phi < 2\pi$ 、もしくは $-\pi < \phi \leq \pi$ の範囲とする。

【0016】

また、位相変調手段が形成された光学面からは、0 次回折光、 ± 1 次回折光、 ± 2 次回折光、 \dots 、と無数の次数の回折光が生じるが、不連続部位の形状を変更することにより、特定の次数の回折効率を他の次数の回折効率よりも高くしたり、場合によっては、特定の 1 つの次数（例えば、 $+1$ 次回折光）の回折効率をほぼ 100% とすることができる。

なお、回折効率とは不連続部位により生じる回折光の光量の比率を表すもので、全次数の回折光の回折効率の和は 1 となる。

【0017】

また、本明細書中において、保護基板とは光情報記録媒体の情報記録面を保護するために、情報記録面の光束入射面側に形成された光学的に透明な平行平板を指し、保護基板厚とは平行平板の厚さを指す。光源から出射された光束は、対物レンズによって保護基板を介して光情報記録媒体の情報記録面上に集光されることになる。

また、本明細書において、光学素子の像側の開口数とは、その光学素子のうち最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数を指すものである。

また、開口数とは、光ピックアップ装置に設けられた絞りやフィルタ等の絞り機能を有する部品又は部材や、光学素子が備える回折構造などによって、最良像点におけるスポットの形成に寄与する光束が制限された結果として定義される開口数である。

また、本発明に係る光ピックアップ装置を CD と DVD の互換性を有する光ピックアップ装置として用いる場合には、DVD 用として用いる第 1 の波長 λ_1 の光束の波長は 620 nm ～ 680 nm の範囲内となり、CD 用として用いる第 2 の波長 λ_2 の光束の波長は 750 nm ～ 810 nm の範囲内となる。

【0018】

請求項 1 に記載の発明によれば、対物光学素子に対して第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射した場合でも、階段形状の不連

続部位を備える位相変調手段が、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与し、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる。

従って、従来の無限系の光ピックアップ装置において用いられていた、光源からの出射光束を平行光化させて対物光学素子に入射させるためのコリメータレンズ等の光学素子が不要となり、装置の小型化や低コスト化を達成できる。

【0019】

また、少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面を、光軸を中心とする中央領域と中央領域の周辺に位置する周辺領域の少なくとも2つの領域に分割し、必要に応じて、各領域を通過する波長 λ_1 と波長 λ_2 の2種類の光束の少なくともいずれか一方に対して位相変調手段により位相差を付与し、この光束を回折光として所定の情報記録媒体に収差を補正した状態で出射する。

従って、収差補正の自由度を増大させることができる。またトラッキング時のコマ収差及び非点収差の発生や、温度変化による球面収差の発生を抑えることができる。

【0020】

請求項2記載の発明は、請求項1に記載の光ピックアップ装置であって、前記不連続部位を形成する周期が、光軸からの高さ h 、 n 次（ n は偶数）の光路差関数の係数 B_n を用いて、 $\phi(h) = (B_2 h^2 + B_4 h^4 + B_6 h^6 + \dots + B_n h^n) \times 2\pi$ により定義される位相関数 $\phi(h)$ で表したときの $\phi(h) / 2\pi$ の整数部分で表され、2次の光路差関数の係数 B_2 、前記中央領域の光軸から最も離れた位置の高さを h_{in} として、 $0 \leq |\phi(h_{in}) / 2\pi - B_2(h_{in})^2| \leq 10$ であることを特徴とする。

【0021】

請求項2に記載の発明によれば、請求項1と同様の効果を得られると共に、位相変調手段が備える不連続部位の数を一定数以下に制限することができるので、不連続部位に入射する発散光のうち、段部の表面（光学機能面）以外の部分から入射する発散光の量を抑えることができ、光量の低下を防止することができる。

【0022】

請求項3記載の発明は、請求項2に記載の光ピックアップ装置であって、 $|B_2(h_{in})^2| \leq 18$ であることを特徴とする。

請求項3に記載の発明によれば、請求項2と同様の効果を得ることができる。

【0023】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第2の波長 λ_2 の光束のうち、前記中央領域を通過する光束は第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、前記周辺領域を通過する光束は第2の光情報記録媒体の情報記録面外に集光することを特徴とする。

【0024】

請求項4に記載の発明によれば、請求項1～3のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、周辺領域を通過する第2の波長 λ_2 の光束を第2の光情報記録媒体の情報記録面外に集光させることができ、例えば、情報記録媒体としてのCDに対する情報の再生及び／又は記録を行なう際に、開口制限フィルタ等の部材を用いることなく開口数を制限することが可能となり、光ピックアップ装置の部品点数を削減できる。

【0025】

請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記周辺領域に光束を屈折させる屈折構造60を備えることを特徴とする。

【0026】

請求項5に記載の発明によれば、請求項1～4のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、周辺領域に比較的構造が単純な屈折構造を備えるので、位相変調手段を備える光学素子を、全体が階段形状の不連続面であるものや回折ブレーズ形状のものに比べて容易に製造できる。

【0027】

請求項6記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記周辺領域に、前記中央領域に形成された位相変調手段と同様の位相変調手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、周辺領域と中央領域の両方に位相変調手段を形成するので、中央領域だけに位相変調手段を設けたものと比較して、回折光を利用した波長変化や温度変化で発生する球面収差の補正を良好に行なうことができる。

【 0 0 2 9 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の光ピックアップ装置であって、前記周辺領域の位相変調手段が備える不連続部位の段数が前記中央領域の不連続部位の段数より少ないことを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 7 に記載の発明によれば、請求項 6 と同様の効果を得られると共に、周辺領域の位相変調手段が備える不連続部位の段数を可能な限り減らすことにより光学素子に形成する段部の総数が少なくなるため製造が容易となる。

【 0 0 3 1 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記周辺領域に鋸歯状の回折輪帯 5 0 を備えることを特徴とする。

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記周辺領域に、所定の非球面形状を光軸方向に沿って階段状に平行移動させた不連続面を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位のうち、少なくとも一つの不連続部位の段数が 4 であることを特徴とする。

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位のうち、少なくとも一つの不連続部位の段数が 5 であることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の光ピックア

ップ装置であって、前記第1の波長 λ_1 が、 $620\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 680\text{ nm}$ であり、前記第2の波長 λ_2 が、 $750\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 810\text{ nm}$ であることを特徴とする。

【0034】

請求項13記載の発明は、請求項1～12のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記位相変調手段が前記対物光学素子以外の光学素子に形成されていることを特徴とする。

請求項14記載の発明は、請求項1～12のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記位相変調手段が前記対物光学素子に形成されていることを特徴とする。

【0035】

請求項15記載の発明は、請求項1～14のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、光学系の結像倍率 m が、 $-0.149 \leq m \leq -0.049$ であることを特徴とする。

【0036】

請求項15に記載の発明によれば、請求項1～14のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、カップリングレンズが不要となり、光ピックアップ装置の部品点数を削減することができる。

なお、結像倍率 m を $-0.147 \leq m \leq -0.099$ の範囲内とすることがより好ましい。

【0037】

請求項16記載の発明は、請求項1～15のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記中央領域の位相変調手段は、第1の波長 λ_1 の光束に対しては位相差を付与しない、もしくは前記不連続部位の各段部の1段分の深さによって付与される位相差の絶対値を 0.2π ラジアンより小さい範囲内に収めることを特徴とする。

請求項16に記載の発明によれば、請求項1～15のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、 0.2π ラジアンより小さい範囲内で位相差を付与することで、波長 λ_1 の光束と波長 λ_2 の光束のそれぞれの回折効率を変化させること

が可能となり、より好ましい光量をそれぞれの光情報記録媒体に対して各種情報の記録及び／又は再生に用いることができる。

【0038】

請求項 17 記載の発明は、請求項 1～16 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記中央領域の位相変調手段は、第 2 の波長 λ_2 の光束に対しては位相差を付与しない、もしくは前記不連続部位の各段部の 1 段分の深さによって付与される位相差の絶対値を 0.2π ラジアンより小さい範囲内に収めることを特徴とする。

請求項 17 に記載の発明によれば、請求項 1～16 のいずれか一項と同様の効果を得られる。

【0039】

請求項 18 記載の発明は、請求項 1～17 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記中央領域の位相変調手段が備える不連続部位の数が 3～18 の範囲内であることを特徴とする。

請求項 19 記載の発明は、請求項 1～18 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、一つの前記光学素子の複数の光学面に位相変調手段が形成されることを特徴とする。

請求項 20 記載の発明は、請求項 1～19 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記対物光学素子の光源側の光学面の近軸の曲率半径を R_1 、光情報記録媒体側の光学面の近軸の曲率半径を R_2 としたとき、 $-3.2 < R_2/R_1 < -1.9$ であることを特徴とする。

【0040】

請求項 21 記載の発明は、複数の光学素子を備え、第 1 の光源から出射される第 1 の波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体に集光させると共に第 2 の光源から出射される第 2 の波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第 2 の光情報記録媒体に集光させることにより各種情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物光学素子であって、少なくとも一つの光学面に光軸を中心とする中央領域と中央領域の周辺に位置する周辺領域の少なくとも 2 つの領域を備え、前記中央領域に、あらかじめ定められた

段数を有する階段形状の不連続部位が周期的に形成され、前記階段形状の各段部は光軸を中心とした同心円を形成し、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与することにより、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる位相変調手段を備え、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射することを特徴とする。

【0041】

請求項21に記載の発明によれば、対物光学素子に対して第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射した場合でも、階段形状の不連続部位を備える位相変調手段が、第1の波長 λ_1 の光束と第2の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与し、この光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる。

従って、従来の無限系の光ピックアップ装置において用いられていた、光源からの出射光束を平行光化させて対物光学素子に入射させるためのコリメータレンズ等の光学素子が不要となり、装置の小型化や低コスト化を達成できる。

【0042】

また、対物光学素子の少なくとも一つの光学面を、光軸を中心とする中央領域と中央領域の周辺に位置する周辺領域の少なくとも2つの領域に分割し、必要に応じて、各領域を通過する波長 λ_1 と波長 λ_2 の2種類の光束の少なくともいずれか一方に対して位相変調手段により位相差を付与し、この光束を回折光として所定の情報記録媒体に収差を補正した状態で出射する。

従って、収差補正の自由度を増大させることができる。またトラッキング時のコマ収差及び非点収差の発生や、温度変化による球面収差の発生を抑えることができる。

【0043】

【発明の実施の形態】

本発明の対物光学素子及び光ピックアップ装置の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【0 0 4 4】

図 1 に示すように、光ピックアップ装置 1 0 は、第一の光情報記録媒体 2 0 （本実施の形態においては DVD）に対して第一の半導体レーザ 1 1 （光源）から波長 $\lambda 1$ ($= 6 5 0 \text{ nm}$) の光束を出射し、第二の光情報記録媒体 2 1 （本実施の形態においては CD）に対して第二の半導体レーザ 1 2 （光源）から波長 $\lambda 2$ ($= 7 8 0 \text{ nm}$) の光束を出射する。そして、これら光束を位相変調手段 3 0 を備える光学素子としての対物レンズ 4 0 （対物光学素子）に発散光として入射させ、所定の光情報記録媒体の情報記録面 2 0 a、2 1 a に集光させることによって、各種情報の記録や記録した情報の読み取りを行なうものである。

なお、図 2 に示すように、第一の半導体レーザ 1 1 と第二の半導体レーザ 1 2 は光源としてユニット化されているため、図 1 には、各半導体レーザから出射される波長 $\lambda 1$ の光束と波長 $\lambda 2$ の光束をまとめて実線で表すものとする。

【0 0 4 5】

DVD に情報を記録又は再生する場合は、第一の半導体レーザ 1 1 から出射された波長 $\lambda 1$ の光束は回折格子 1 3 を通過し、ハーフミラー 1 4 で反射する。さらに絞り 1 5 によって絞られ、対物レンズ 4 0 により DVD の保護基板 2 0 b を介して情報記録面 2 0 a に集光される。

この際の対物レンズ 4 0 による波長 $\lambda 1$ の光束に対する作用については後述する。

そして、情報記録面 2 0 a で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 4 0、絞り 1 5、ハーフミラー 1 4 を通過し、回折格子（図示せず）を通過して光検出器 1 6 上へ入射し、光検出器 1 6 から出力される信号を用いて、DVD に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0 0 4 6】

CD に情報を記録又は再生する場合も同様に、第二の半導体レーザ 1 2 から出射された波長 $\lambda 2$ の光束が回折格子 1 3 を通過して、ハーフミラー 1 4 で反射する。さらに絞り 1 5 によって絞られ、対物レンズ 4 0 により CD の保護基板 2 1 b を介して情報記録面 2 1 a に集光される。なお、図 1 には便宜上、CD の保護基板 2 1 b と DVD の保護基板 2 0 b を同じ図で表している。

この際の対物レンズ 40 による波長 λ 2 の光束に対する作用については後述する。

そして、情報記録面 21a で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 40、絞り 15、ハーフミラー 14 を通過し、回折格子（図示せず）を通過して光検出器 16 上へ入射し、光検出器 16 から出力される信号を用いて、CD に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0047】

また、光検出器 16 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出結果に基づいて、図示しない 2 次元アクチュエータは第一の半導体レーザ 11 からの光束又は第 2 の半導体レーザからの光束が DVD 又は CD の情報記録面 20a、21a 上に結像するように対物レンズ 40 を移動させるとともに、所定のトラックに結像するように対物レンズ 40 を移動させるようになっている。

【0048】

図 3 に示すように、対物光学素子としての対物レンズ 40 は、光ピックアップ装置 10 の光学系を構成する両面非球面の単レンズである。そして、対物レンズ 40 の一方（光源側）の光学面 41 上であって、光軸 L を中心とした一定高さ h 以下の範囲（以下、「中央領域 A1」という。）に位相変調手段 30 を備え、中央領域 A1 以外の範囲（以下、「周辺領域 A2」という。）に鋸歯状の回折輪帯 50 を備えるものである。

【0049】

具体的には、中央領域 A1 に位相変調手段 30 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 31a からなる不連続部位 31 が光軸 L を中心として同心円状に所定の周期 P で形成されている。

図 4 (A) に示すように、各不連続部位 31 は光軸 L 方向に沿った階段状の 5 つの段部 31a から構成されている。なお、一つの不連続部位 31 を構成する段部 31a の数は 5 つ又は 6 つ（不連続部位の段数が 4 つ又は 5 つ）が好ましいが、4 つから 7 つの範囲内であればよい。また、各不連続部位 31 が前記範囲内（4 つから 7 つ）で異なる数の段部 31a から構成されていてもよい。

【0050】

本実施の形態においては、図3に示すように、位相変調手段30の不連続部位31は光軸Lを中心として同心円状に所定の周期Pで4つ形成されている。

所定の周期Pは、光軸Lからの高さをh、n次（nは偶数）の光路差関数の係数 B_n を用いて、数1で表される位相関数 $\phi(h)$ を 2π で割った値 $\phi(h)/2\pi$ の整数部分で表される。

【0051】

【数1】

$$\Phi(h) = \left(\sum_{i=0}^n B_{2i} h^{2i} \right) \times 2\pi$$

【0052】

ここで、2次の光路差関数の係数 B_2 、前記中央領域A1の光軸Lから最も離れた位置の高さを h_{in} とした場合に、

$$0 \leq |\phi(h_{in}) / 2\pi - B_2(h_{in})^2| \leq 10$$

の条件を満たすことが好ましい。

また、 $|B_2(h_{in})^2| \leq 18$ の条件を満たすことが好ましい。

以上の条件を満たすように不連続部位31の所定の周期Pを規定することにより、不連続部位31の数を一定限度以内に抑えることができ、対物レンズ40の加工性を向上できると共に、不連続部位31に入射する発散光のうち、階段状の段部31aの表面（光学機能面）以外の部分（例えば側面）から入射する発散光の量が全光量に占める割合を抑えて、光量の低下を防止することができる。

【0053】

また、各不連続部位31は、中央領域A1を通過する第1の波長 λ_1 の光束に対して位相差を付与せず、中央領域A1を通過する波長 λ_2 の光束に対してのみ位相差を付与するような形状を備えている。

なお、不連続部位31を構成する階段状の段部31a間の距離、即ち、階段状の段部31aの1段分の深さd（図4（a）を参照。）を調節することによって、第1の波長 λ_1 及び第2の波長 λ_2 に対する位相差の付与量を調節することができる。従って、第1の波長 λ_1 の光束に対して付与される位相差の絶対値を0

、 2π ラジアンより小さくなるように段部31aの1段分の深さdを調節してもよい。

【0054】

なお、上述のような条件を満たす不連続部位31の設計方法は従来より周知であるため説明を省略する。

周辺領域A2には、光軸Lを中心とした鋸歯状の回折輪帯50が複数形成されている。

この回折輪帯50も、周辺領域A2を通過する第1の波長 λ_1 の光束を回折させず、周辺領域A2を通過する波長 λ_2 の光束のみを回折させる形状を備えている。

【0055】

次に、対物レンズ40による波長 λ_1 の光束及び波長 λ_2 の光束に対する作用について説明する。

まず、波長 λ_1 の発散光が対物レンズ40の周辺領域A2及び中央領域A1に入射すると、周辺領域A2を通過する波長 λ_1 の光束は回折輪帯50により回折されずに、対物レンズ40の非球面形状により屈折する。また、中央領域A1を通過する波長 λ_1 の光束は、上述のように位相変調手段30により位相差を与えられないので、対物レンズ40の非球面形状により屈折する。そして、周辺領域A2に入射した波長 λ_1 の光束と中央領域A1に入射した波長 λ_1 の光束は共にDVDの情報記録面20a上に集光される。

【0056】

一方、波長 λ_2 の発散光が対物レンズ40の周辺領域A2及び中央領域A1に入射すると、周辺領域A2を通過する波長 λ_2 の光束は回折輪帯50により回折され、中央領域A1を通過する波長 λ_2 の光束は位相変調手段30により所定の位相差が付与されることにより回折される。

そして、周辺領域A2を通過する波長 λ_2 の光束は回折輪帯50によってCDの情報記録面21a外に集光し、中央領域A1を通過する波長 λ_2 の光束のみが位相変調手段30の回折作用と対物レンズ40の屈折作用との協働によって球面収差が補正された状態でCDの情報記録面21a上に集光される。

【0057】

なお、以上の説明においては、位相変調手段30は波長 λ 1の光束に対して位相差を与えず、波長 λ 2の光束に対して位相差を与えるものとしたが、これに限らず、波長 λ 2の光束に対して位相差を与えず、波長 λ 1の光束に対して位相差を与えるものとしてもよい。

また、対物レンズ40の周辺領域A2の構造は、波長 λ 1の発散光を正確にVDの情報記録面20a上に集光させ、波長 λ 2の発散光をCDの情報記録面21a外に集光させる構造であればよい。

従って、例えば、周辺領域A2に、中央領域A1に形成した位相変調手段30と同様の位相変調手段30を形成しても良い。この場合、周辺領域A2に形成した位相変調手段30は、波長 λ 1の発散光には位相差を与えず、波長 λ 2の発散光には位相差を与えて回折させるものとする。

【0058】

この際に、周辺領域A2の位相変調手段30が備える不連続部位31の段部31aの数を中央領域A1の位相変調手段30が備える不連続部位31の段部31aの数より少なくすることが好ましい。また、中央領域A1の位相変調手段30が備える不連続部位31の数を3～18の範囲内とすることが好ましい。

一般的に、不連続部位31の数を増やすことにより段部31aの数が増えて回折効率は向上する。しかし、周辺領域A2を通過する波長 λ 2の光束は情報の再生／記録には使用されないことから回折効率を向上させる必要がなく、上述の範囲内に不連続部位31及び段部31aの数を制限することにより対物レンズ40の製造コストを抑えることができる。

また、周辺領域A2の構造を、所定の非球面形状を光軸L方向に沿って階段状に平行移動させた不連続面からなり、この不連続面を通過する光束に所定の光路差を付与することにより光束を回折させる構造としてもよい。

また、周辺領域A2の構造を対物レンズ40の非球面形状による屈折作用を有する構造としてもよい。

【0059】

(実施例1)

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置 1 0 の第 1 の実施例について説明する。

本実施例においては、図 3 に示した、両面非球面の単レンズである対物レンズ 4 0 の一方（光源側）の光学面上であって、光軸 L からの高さ h が 1. 3 8 mm 以下の中央領域 A 1 に位相変調手段 3 0 を備え、周辺領域 A 2 に鋸歯状の回折輪帯 5 0 を備えるものである。

具体的には、中央領域 A 1 に、位相変調手段 3 0 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 3 1 a からなる不連続部位 3 1 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期 P で複数形成されている。

【 0 0 6 0 】

なお、図 3 は本実施例で使用する対物レンズ 4 0 の概略図を示すものである。従って、図 3 の対物レンズ 4 0 には中央領域 A 1 に不連続部位 3 1 が 4 つ形成されているが、実際に本実施例で用いる対物レンズには不連続部位 3 1 は 1 2 形成されている。

また、各不連続部位 3 1 は 5 つの段部 3 1 a により構成されており、図 4 (A) に示すように、光軸 L に近づくにしたがって段部 3 1 a が前方に突出するように配置されている。

【 0 0 6 1 】

また、位相変調手段 3 0 は波長 $\lambda 1$ の光束に対して、不連続部位の 1 つの段差当たり $0. 1 \pi$ ラジアン程度の位相差を与えて DVD の情報記録面 2 0 a 上に集光させ、波長 $\lambda 2$ の光束に対して所定の位相差を与えることで回折させて CD の情報記録面 2 1 a 上に集光させる構造を備えている。

回折輪帯 5 0 は波長 $\lambda 1$ の光束を回折させて DVD の情報記録面 2 0 a 上に集光させると共に波長 $\lambda 2$ の光束を回折させて CD の情報記録面 2 1 a 外に集光させる構造を備えている。

表 1、表 2 に対物レンズ 4 0 のレンズデータを示す。

【 0 0 6 2 】

【表 1】

実施例①

焦点距離 $f_1=2.45\text{mm}$ $f_2=2.52\text{mm}$ 開口数 $NA1=0.60$ $NA2=0.47$ 結像倍率 $m=-1/6.8$ $m=-1/6.7$

第i面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		10.0		10.0		
1	∞	1.25	1.51436	1.25	1.51108	
2	∞	7.86011	1.0	8.12781	1.0	
3	1.67496	1.75	1.52915	1.75	1.52541	
3'	1.70255	0.00294	1.52915	0.00294	1.52541	
4	-3.64079	1.53989	1.0	1.26219	1.0	
5	∞	0.60	1.57752	1.20	1.57063	
6	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d3'は、第3面から第3'面までの変位を表す。

【0 0 6 3】

表 1 に示すように、本実施例の対物レンズ 4 0 は、第 1 の光源 1 1 から出射される第 1 の波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.45\text{mm}$ 、像側開口数 $NA1 = 0.60$ 、結像倍率 $m = -1/6.8$ に設定されており、第 2 の光源 2 1 から出射される第 2 の波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.52\text{mm}$ 、像側開口数 $NA2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = -1/6.7$ に設定されている。

表 1 中の面番号 1、2 は回折格子 1 3 の光源側の表面、回折格子 1 3 の光情報記録媒体側の表面、面番号 3、3'、4 はそれぞれ、対物レンズ 4 0 の光源側の光学面のうち光軸 L からの高さ h が 1.38mm 以下の中央領域 A 1、光軸 L からの高さ 1.38mm 以上の周辺領域 A 2、対物レンズ 4 0 の光情報記録媒体側の光学面を示しており、面番号 5、6 はそれぞれ、光情報記録媒体の保護基板 2 0 b、2 1 b の表面、情報記録面 2 0 a、2 1 a を表している。また、Ri は曲率半径、di は第 i 面から第 i + 1 面までの光軸 L 方向の変位量、ni は各面の屈折率を表している。

【0 0 6 4】

対物レンズ 4 0 の第 3 面、第 3' 面、第 4 面は、それぞれ次式（数 2）に表 1 及び表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 0 0 6 5 】

【数 2】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/R_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R_i)^2}} + \sum_{i=0}^8 A_{2i} h^{2i}$$

【 0 0 6 6 】

ここで、X (h) は光軸 L 方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【表 2】

非球面データ

第3面 ($0 \leq h < 1.38\text{mm}$)

非球面係数

κ -8.1403E-01
 A4 +3.2437E-03
 A6 -3.4518E-03
 A8 +5.1774E-03
 A10 -3.7006E-03
 A12 +1.3482E-03
 A14 -2.0334E-04

光路差関数の係数

B2 +7.5508E+00
 B4 -7.1441E-01
 B6 +7.9208E-02
 B8 -7.1571E-02
 B10 +1.8106E-02

第3'面 ($1.38\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -8.1000E-01
 A4 +4.4764E-03
 A6 -2.7908E-04
 A8 +2.0702E-04
 A10 -1.7861E-04
 A12 +7.4388E-05
 A14 -2.4519E-05

光路差関数の係数

B2 -8.4641E-03
 B4 -6.6051E-01
 B6 +3.4445E-01
 B8 +2.5278E-02
 B10 +4.7696E-02

第4面

非球面係数

κ -1.1984E+01
 A4 +5.6688E-03
 A6 +4.3010E-04
 A8 -3.2242E-04
 A10 -3.1994E-04
 A12 +7.6388E-05
 A14 -5.4308E-06

【 0 0 6 7 】

また、上述のように、不連続部位 3 1 の所定の周期 P は、数 1 に示す光路差関

数 ϕ (h) に表 2 に示す係数を代入したものを λ で割った値 ϕ (h) $\div 2\pi$ の整数部分で表される。

【0068】

本実施例に示した光ピックアップ装置及び対物レンズでは、中央領域に形成した位相変調手段が波長 λ_1 の光束に対して段差一段当たり 0.1π 程度の位相差を与え、波長 λ_2 の光束に対して所定の位相差を与える構造を備える。従って、中央領域を通過する波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光束に関して、それぞれ 85% 程度の回折効率で DVD 及び CD に対して集光させることができた。

【0069】

また、周辺領域に形成した回折輪帯を波長 λ_1 の光束に対してブレイズ化した構造とした。従って、周辺領域を通過する波長 λ_1 の光束に関して、ほぼ 100% の回折効率で DVD に対して集光させることができた。

また、中央領域及び周辺領域を通過する波長 λ_1 の光束及び波長 λ_2 の光束の回折光を利用できるので、波長変化に対する球面収差等を良好に収差補正した状態で DVD 及び CD に集光させることが可能となった。

以上より、DVD と CD に対して十分な互換性を有することが確認された。

【0070】

(実施例 2)

本実施例においては、図 5 に示すように、両面非球面の単レンズである対物レンズ 40 の一方（光源側）の光学面 41 上であって、光軸 L から 1.38 mm 以下の中央領域 A1 と周辺領域 A2 に位相変調手段 30 を備える。

具体的には、中央領域 A1 に、位相変調手段 30 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 31a からなる不連続部位 31 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期 P で複数形成されている。

なお、図 5 は本実施例で使用する対物レンズ 40 の概略図を示すものである。従って、図 5 の対物レンズ 40 には中央領域 A1 に不連続部位 31 が 4 つ形成されているが、実際に本実施例で用いる対物レンズには不連続部位 31 は 4 つ形成されている。

【0071】

また、各不連続部位 31 は 5 つの段部 31a により構成されており、図 4 (B) に示すように、光軸 L から離れるにしたがって段部 31a が前方に突出するように配置されている。

また、周辺領域 A2 にも、位相変調手段 30 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 31a からなる不連続部位 31 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期 P で 3 つ形成されている。各不連続部位 31 は 5 つの段部 31a により構成されており、図 4 (A) に示すように、光軸 L に近づくにしたがって段部 31a が前方に突出するように配置されている。

【0072】

中央領域 A1 の位相変調手段 30 は波長 λ_2 の光束に対して位相差を与えずに CD の情報記録面 21a 上に集光させ、波長 λ_1 の光束に対して位相差を与えることで回折させて DVD の情報記録面 20a 上に集光させる構造を備えている。

また、周辺領域 A2 の位相変調手段 30 は波長 λ_2 の光束を回折させずに CD の情報記録面 21a 外に集光させ、波長 λ_1 の光束に対して位相差を与えることで回折させて DVD の情報記録面 20a 上に集光させる構造を備えている。

表 3、表 4 に対物レンズ 40 のレンズデータを示す。

【0073】

【表 3】

実施例②

焦点距離 $f_1=2.36\text{mm}$ $f_2=2.38\text{mm}$

開口数 $NA1=0.60$ $NA2=0.51$

結像倍率 $m=-1/8.0$ $m=-1/8.1$

第 i 面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		10.0		10.0		
1	∞	1.25	1.51436	1.25	1.51108	
2	∞	9.97544	1.0	10.34470	1.0	
3	1.61368	1.80135	1.52915	1.80135	1.52541	
3'	1.59522	0.00403	1.52915	0.00403	1.52541	
4	-3.40195	1.36321	1.0	0.99395	1.0	
5	∞	0.60	1.57752	1.20	1.57063	
6	∞					

*di は、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

*d3' は、第 3 面から第 3' 面までの変位を表す。

【表 4】

非球面データ		
第3面 ($0 \leq h < 1.38\text{mm}$)	非球面係数	κ -7.6977E-01 A4 +1.0250E-02 A6 -1.8158E-03 A8 -1.3917E-03 A10 +1.9019E-03 A12 -7.1677E-04 A14 +1.1697E-04
	光路差関数の係数	B2 -2.7871E-01 B4 +1.0355E+00 B6 -4.2129E-03 B8 +4.6111E-02 B10 -1.1018E-02
第3'面 ($1.38\text{mm} \leq h$)	非球面係数	κ -8.6858E-01 A4 +8.3450E-03 A6 -1.5112E-03 A8 +8.5363E-04 A10 -4.0799E-04 A12 +2.5325E-04 A14 -3.9800E-05
	光路差関数の係数	B2 +6.4315E+00 B4 -3.6471E+00 B6 +2.6586E-01 B8 +2.2288E-01 B10 -6.7202E-02
第4面	非球面係数	κ -3.0329E+01 A4 -8.3902E-03 A6 +3.5649E-03 A8 +2.5562E-03 A10 -2.4827E-04 A12 -3.8271E-04 A14 +3.3834E-05 A16 +1.4882E-05

【0 0 7 4】

表3に示すように、本実施例の対物レンズ40は、第1の光源11から出射される第1の波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.36\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.60$ 、結像倍率 $m = -1/8.0$ に設定されており、第2の光源21から出射される第2の波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.38\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.51$ 、結像倍率 $m = -1/8.1$ に設定されている。

【0 0 7 5】

対物レンズ40の第3面、第3'面、第4面は、それぞれ数2に表3及び表4に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成

されている。

【0 0 7 6】

また、上述のように、不連続部位 3 1 の所定の周期 P は、数 1 に示す光路差関数 $\phi(h)$ に表 4 に示す係数を代入したものを λ で割った値 $\phi(h) / 2\pi$ の整数部分で表される。

【0 0 7 7】

本実施例に示した光ピックアップ装置及び対物レンズでは、中央領域に形成した位相変調手段が波長 λ_2 の光束に対して位相差を与えない構造を備える。従って、中央領域を通過する波長 λ_2 の光束に関して、ほぼ 1 0 0 % の回折効率で C D に対して集光させることができた。また、中央領域を通過する波長 λ_1 の光束に関して約 8 7 % 程度の回折効率で D V D に対して集光させることができた。

また、中央領域及び周辺領域を通過する波長 λ_1 の光束の回折光を D V D に集光させるので良好な収差補正が可能となる。また、波長 λ_2 の光束の屈折光を C D に集光させるので、情報の記録に十分な光量を得ることができた。

以上より、D V D と C D に対して十分な互換性を有することが確認された。

【0 0 7 8】

(実施例 3)

本実施例においては、図 6 に示すように、両面非球面の単レンズである対物レンズ 4 0 の一方（光源側）の光学面 4 1 上であって、光軸 L から 1. 2 5 mm 以下の中央領域 A 1 に位相変調手段 3 0 を備え、周辺領域 A 2 に屈折レンズとして機能する屈折構造 6 0 を備える。

具体的には、中央領域 A 1 に、位相変調手段 3 0 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 3 1 a からなる不連続部位 3 1 が光軸 L を中心とした同心円状に上述した所定の周期 P で複数形成されている。

【0 0 7 9】

なお、図 6 は本実施例で使用する対物レンズ 4 0 の概略図を示すものである。従って、図 6 の対物レンズ 4 0 には中央領域 A 1 に不連続部位 3 1 が 4 つ形成されているが、実際に本実施例で用いる対物レンズには不連続部位 3 1 は 3 つ形成されている。

また、各不連続部位 31 は 5 つの段部 31a により構成されており、図 4 (B) に示すように、光軸 L から離れるにしたがって段部 31a が前方に突出するように配置されている。

【0080】

位相変調手段 30 は波長 λ_2 の光束に対して位相差を与えずに CD の情報記録面 21a 上に集光させ、波長 λ_1 の光束に対して位相差を与えることで回折させて DVD の情報記録面 20a 上に集光させる構造を備えている。

また、屈折構造 60 は波長 λ_2 の光束を屈折させて CD の情報記録面 21a 外に集光させ、波長 λ_1 の光束を屈折させて DVD の情報記録面 20a 上に集光させる機能を備えている。

表 5、表 6 に対物レンズ 40 のレンズデータを示す。

【0081】

【表 5】

実施例③

焦点距離 $f_1=2.39\text{mm}$ $f_2=2.40\text{mm}$

開口数 $NA1=0.60$ $NA2=0.47$

結像倍率 $m=-1/10.0$ $m=-1/10.1$

第 i 面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		10.0		10.0		
1	∞	1.25	1.51436	1.25	1.51108	
2	∞	15.03953	1.0	15.41078	1.0	
3	1.61123	1.75	1.52915	1.75	1.52541	
3'	1.60874	-0.00045	1.52915	-0.00045	1.52541	
4	-3.66417	1.35047	1.0	0.97922	1.0	
5	∞	0.60	1.57752	1.20	1.57063	
6	∞					

*di は、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

*d3' は、第 3 面から第 3' 面までの変位を表す。

【表 6】

非球面データ 第3面 ($0 \leq h < 1.25\text{mm}$)	非球面係数	κ	-8.3747E-01
		A4	+4.5312E-03
		A6	+2.1482E-03
		A8	-1.4416E-03
		A10	+1.3269E-03
		A12	-5.3392E-04
		A14	+5.8100E-05
	光路差関数の係数	B2	-2.2474E-02
		B4	+1.3947E+00
		B6	-2.9624E-01
		B8	+1.9503E-01
		B10	-5.1181E-02
第3'面 ($1.25\text{mm} \leq h$)	非球面係数	κ	-8.4706E-01
		A4	+3.2551E-03
		A6	+1.1222E-03
		A8	+3.1848E-04
		A10	-2.9650E-05
		A12	-4.3419E-05
		A14	-8.9795E-05
	光路差関数の係数	B2	
		B4	
		B6	
		B8	
		B10	
第4面	非球面係数	κ	-6.7689E+00
		A4	+1.9274E-02
		A6	+4.2139E-04
		A8	-2.6460E-03
		A10	-5.6909E-04
		A12	+5.6178E-04
		A14	-9.1534E-05

【0 0 8 2】

表5に示すように、本実施例の対物レンズ40は、第1の光源11から出射される第1の波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.39\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.60$ 、結像倍率 $m = -1/10.0$ に設定されており、第2の光源21から出射される第2の波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.40\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = -1/10.1$ に設定されている。

【0 0 8 3】

対物レンズ40の第3面、第3'面、第4面は、それぞれ数2に表5及び表6に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 0 8 4】

また、上述のように、不連続部位 3 1 の所定の周期 P は、数 1 に示す光路差関数 $\phi(h)$ に表 6 に示す係数を代入したものを λ で割った値 $\phi(h) / 2\pi$ の整数部分で表される。

【0 0 8 5】

本実施例に示した光ピックアップ装置及び対物レンズでは、中央領域に形成した位相変調手段が波長 $\lambda 2$ の光束に対して位相差を与えない構造を備える。従って、中央領域を通過する波長 $\lambda 2$ の光束に関して、ほぼ 1 0 0 % の回折効率で C D に対して集光させることができた。中央領域を通過する波長 $\lambda 1$ の光束に関しても高い回折効率で D V D に対して集光させることができた。

また、中央領域を通過する波長 $\lambda 1$ の光束の回折光を D V D に集光させるので良好な収差補正が可能となった。また、周辺領域において波長 $\lambda 1$ と波長 $\lambda 2$ の光束の屈折光を D V D と C D に集光させるので、情報の記録に十分な光量を得ることができた。

以上より、D V D と C D に対して十分な互換性を有することが確認された。

【0 0 8 6】

(実施例 4)

本実施例においては、図 7 に示すように、両面非球面の単レンズである対物レンズ 4 0 の一方（光源側）の光学面 4 1 上であって、光軸 L から 1. 4 2 mm 以下の中央領域 A 1 と周辺領域 A 2 に位相変調手段 3 0 を備えるものである。

具体的には、中央領域 A 1 に、位相変調手段 3 0 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 3 1 a からなる不連続部位 3 1 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期 P で複数形成されている。

【0 0 8 7】

なお、図 7 は本実施例で使用する対物レンズ 4 0 の概略図を示すものである。従って、図 7 の対物レンズ 4 0 には中央領域 A 1 に不連続部位 3 1 が 4 つ形成されているが、実際に本実施例で用いる対物レンズには不連続部位 3 1 は 5 つ形成されている。

また、各不連続部位 3 1 は 5 つの段部 3 1 a により構成されており、図 4 (B

) に示すように、光軸 L から離れるにしたがって段部 3 1 a が前方に突出するように配置されている。

また、周辺領域 A 2 にも、位相変調手段 3 0 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 3 1 a からなる不連続部位 3 1 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期 P で 3 つ形成されている。各不連続部位 3 1 は 5 つの段部 3 1 a により構成されており、図 4 (B) に示すように、光軸 L に離れるにしたがって段部 3 1 a が前方に突出するように配置されている。

【0088】

中央領域 A 1 の位相変調手段 3 0 は波長 $\lambda 2$ の光束に対して位相差を与えることで回折させて C D の情報記録面 2 1 a 上に集光させ、波長 $\lambda 1$ の光束に対して位相差を与えずに D V D の情報記録面 2 0 a 上に集光させる構造を備えている。

また、周辺領域 A 2 の位相変調手段 3 0 は波長 $\lambda 2$ の光束に対して位相差を与えることで回折させて C D の情報記録面 2 1 a 外に集光させ、波長 $\lambda 1$ の光束に対して位相差を与えずに D V D の情報記録面 2 0 a 上に集光させる構造を備えている。

表 7、表 8 に対物レンズ 4 0 のレンズデータを示す。

【0089】

【表 7】

実施例④

焦点距離 $f_1=2.80\text{mm}$ $f_2=2.81\text{mm}$

開口数 $NA1=0.60$ $NA2=0.47$

結像倍率 $m=-1/15.0$ $m=-1/15.1$

第 i 面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		10.0		10.0		
1	∞	1.25	1.51436	1.25	1.51108	
2	∞	33.63106	1.0	34.01354	1.0	
3	1.84007	1.90	1.52915	1.90	1.52541	
3'	1.84007	0.0	1.52915	0.0	1.52541	
4	-4.92462	1.60894	1.0	1.22646	1.0	
5	∞	0.60	1.57752	1.20	1.57063	
6	∞					

*di は、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

*d3' は、第 3 面から第 3' 面までの変位を表す。

【表 8】

非球面データ 第3面 ($0 \leq h < 1.42\text{mm}$)		非球面係数	κ -8.0672E-01 A4 +4.9515E-03 A6 +1.3804E-04 A8 +1.1130E-04 A10 -4.4350E-05 A12 +1.9589E-05 A14 -4.9821E-06
		光路差関数の係数	B2 -1.1116E+00 B4 -7.3368E-01 B6 -2.9250E-01 B8 -2.0187E-01 B10 +4.3038E-02
第3'面 ($1.425\text{mm} \leq h$)		非球面係数	κ -8.0672E-01 A4 +4.9515E-03 A6 +1.3804E-04 A8 +1.1130E-04 A10 -4.4350E-05 A12 +1.9589E-05 A14 -4.9821E-06
		光路差関数の係数	B2 +5.7606E+00 B4 -3.8733E+00 B6 +3.8208E-01
第4面		非球面係数	κ -2.6508E+01 A4 +3.4985E-03 A6 +2.4350E-04 A8 -1.8017E-04 A10 -8.7274E-05 A12 +5.7455E-06 A14 +3.2581E-06

【0 0 9 0】

表 7 に示すように、本実施例の対物レンズ 4 0 は、第 1 の光源 1 1 から出射される第 1 の波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.80\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.60$ 、結像倍率 $m = -1/15.0$ に設定されており、第 2 の光源 2 1 から出射される第 2 の波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.81\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = -1/15.1$ に設定されている。

【0 0 9 1】

対物レンズ 4 0 の第 3 面、第 3' 面、第 4 面は、それぞれ数 2 に表 7 及び表 8 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0092】

また、上述のように、不連続部位 31 の所定の周期 P は、数 1 に示す光路差関数 $\phi(h)$ に表 8 に示す係数を代入したものを λ で割った値 $\phi(h)/2\pi$ の整数部分で表される。

【0093】

本実施例に示した光ピックアップ装置及び対物レンズでは、中央領域及び周辺領域に形成した位相変調手段が波長 λ_2 の光束に対して位相差を与える構造を備える。従って、中央領域及び周辺領域を通過する波長 λ_2 の光束の回折光を利用できるので、波長変化に対する球面収差等を良好に収差補正した状態で CD に集光させることが可能となった。

また、中央領域及び周辺領域を通過する波長 λ_1 の光束の屈折光を DVD に集光させるので、情報の記録に十分な光量を得ることができた。

以上より、DVD と CD に対して十分な互換性を有することが確認された。

【0094】

中央領域 A1 の位相変調手段 30 は波長 λ_2 の光束に対して位相差を与えることで回折させて CD の情報記録面 21a 上に集光させ、波長 λ_1 の光束に対して位相差を与えずに DVD の情報記録面 20a 上に集光させる構造を備えている。

また、周辺領域 A2 の位相変調手段 30 は波長 λ_2 の光束に対して位相差を与えることで回折させて CD の情報記録面 21a 外に集光させ、波長 λ_1 の光束に対して位相差を与えずに DVD の情報記録面 20a 上に集光させる構造を備えている。

【0095】

なお、位相変調手段 30 が形成される光学素子は、上述したような対物光学素子（対物レンズ 40）に限定されず、例えば、図 8 に示すように、対物レンズ 40 の直近に配置した平板状の光学素子 70（図 9（A）～（C）を参照。）に位相変調手段 30 を形成しても良い。

具体的に説明すると、平板状の光学素子 70 の一方（光源側）の光学面 71 の中央領域 A1 に位相変調手段 30 として光軸 L 方向に沿った階段状の段部 31a からなる不連続部位 31 が光軸 L を中心とした同心円状に所定の周期で 5 つ形成

されている。各不連続部位 31 は 4 つの段部 31 a により構成されており、図 9 (A) に示す不連続部位 31 は、図 4 (C) に示すように光軸 L に近づくにしながら段部 31 a が前方に突出する構造を備えており、図 9 (B) に示す不連続部位 31 は、光軸 L から離れるにしながら段部 31 a が前方に突出する構造を備えている。

【0096】

また、図 9 (C) に示す平板状の光学素子 70 のように、中央領域 A1 及び周辺領域 A2 に位相変調手段 30 を備え、中央領域 A1 においては光軸 L に近づくにしながら段部 31 a が前方に突出し、周辺領域 A2 においては光軸 L から離れるにしながら段部 31 a が前方に突出する構造を備えていてもよい。

また、図 10 (A) に示すように、中央領域 A1 の不連続部位 31 を光軸 L から近づくにしながら段部 31 a が前方に突出するように配置し、周辺領域 A2 の不連続部位 31 を光軸 L から離れるにしながら段部 31 a が前方に突出するように配置してもよい。

【0097】

また、図 10 (B) に示すように、中央領域 A1 の不連続部位 31 を光軸 L から近づくにしながら段部 31 a が前方に突出するように配置し、周辺領域 A2 に屈折構造 60 を備えるものでもよい。

また、図 10 (C) に示すように、中央領域 A1 と周辺領域 A2 の不連続部位 31 を、光軸 L に近づくにしながら段部 31 a が前方に突出するように配置してもよい。

【0098】

また、図示は省略するが、一つの対物レンズ 40 の複数の光学面、例えば光源側と光情報記録媒体側の 2 つの光学面に位相変調手段 30 を形成してもよい。

また、結像倍率 m を $-0.149 \sim -0.049$ の範囲内とすることが好ましい。

また、対物光学レンズの光源側の光学面の近軸の曲率半径を $R1$ 、光情報記録媒体側の光学面の近軸の曲率半径を $R2$ としたとき、 $-3.2 < R2/R1 < -1.9$ とすることが好ましい。

【0 0 9 9】

【発明の効果】

本発明によれば、対物光学素子に対して第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射した場合でも、不連続部位を備える位相変調手段が、第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与し、この光束を対物光学素子との協働により球面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる。従って、従来の無限系の光ピックアップ装置において用いられていた、光源からの出射光束を平行光化させて対物光学素子に入射させるためのコリメータレンズ等の光学素子が不要となり、装置の小型化や低コスト化を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態に係る光ピックアップ装置の一例を示す概略図である。

【図 2】

光源の構造を示す要部拡大図である。

【図 3】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 4】

不連続部位を示す要部拡大図 (A) ~ (C) である。

【図 5】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 6】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 7】

対物レンズの構造を示す要部拡大図である。

【図 8】

他の光ピックアップ装置の一例を示す概略図である。

【図 9】

位相変調手段を備える他の光学素子の構造を示す要部側面図 (A) ~ (C) で

ある。

【図 1 0】

他の対物レンズの構造を示す要部側面図 (A) ~ (C) である。

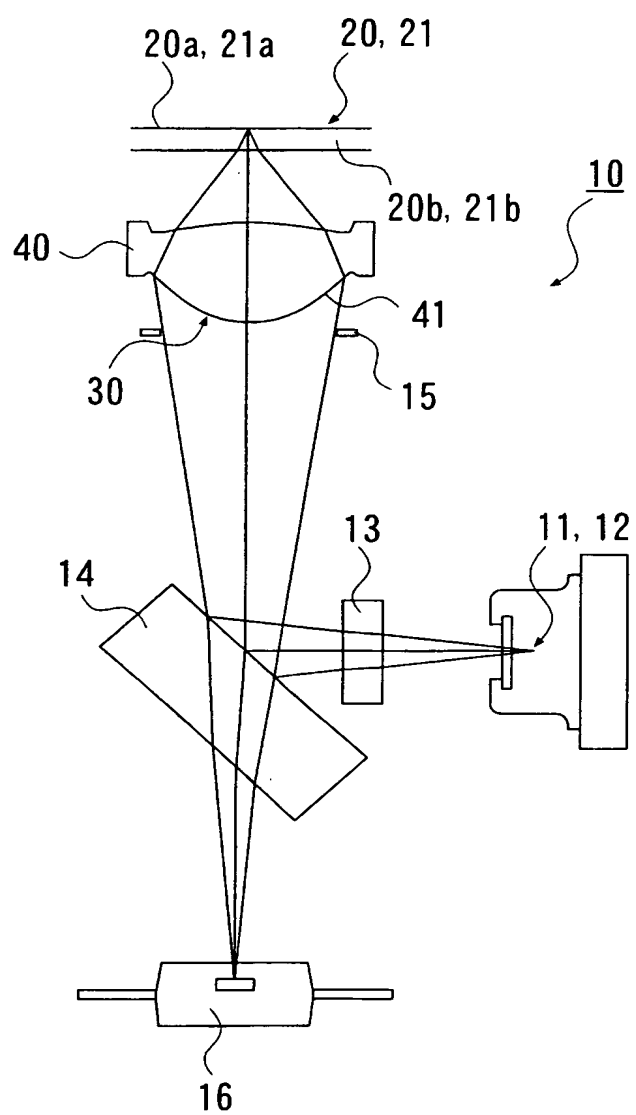
【符号の説明】

- A 1 中央領域
- A 2 周辺領域
- L 光軸
- 1 0 光ピックアップ装置
- 1 1 第 1 の光源
- 1 2 第 2 の光源
- 2 0 第 1 の光情報記録媒体
- 2 1 第 2 の光情報記録媒体
- 3 0 位相変調手段
- 3 1 不連続部位
- 3 1 a 段部
- 4 0 対物光学素子 (対物レンズ)
- 4 1 光学面
- 5 0 回折輪帯
- 6 0 屈折構造

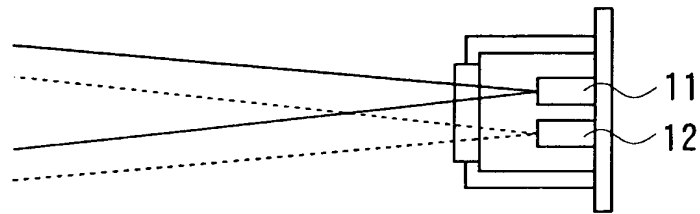
【書類名】

図面

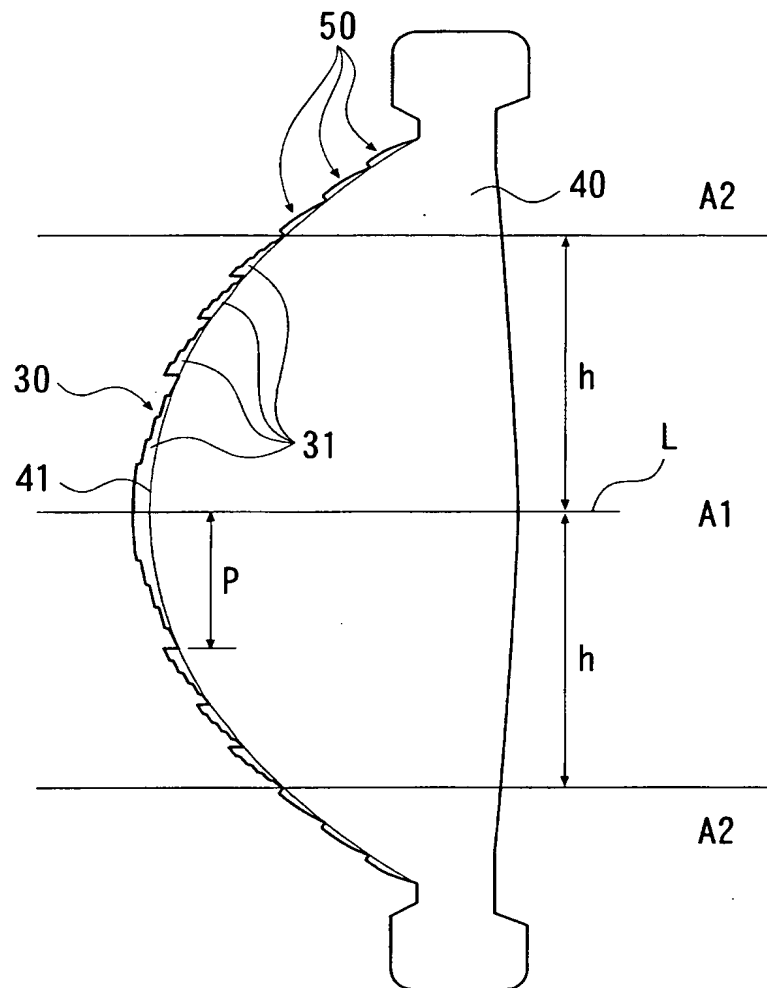
【図 1】



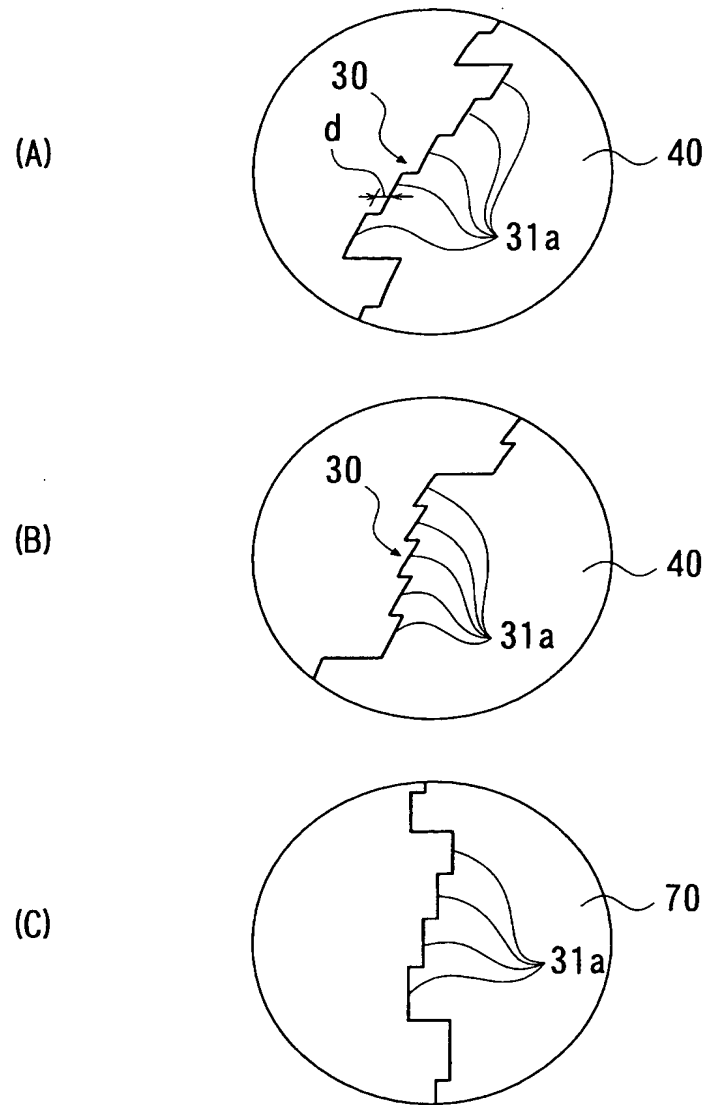
【図 2】



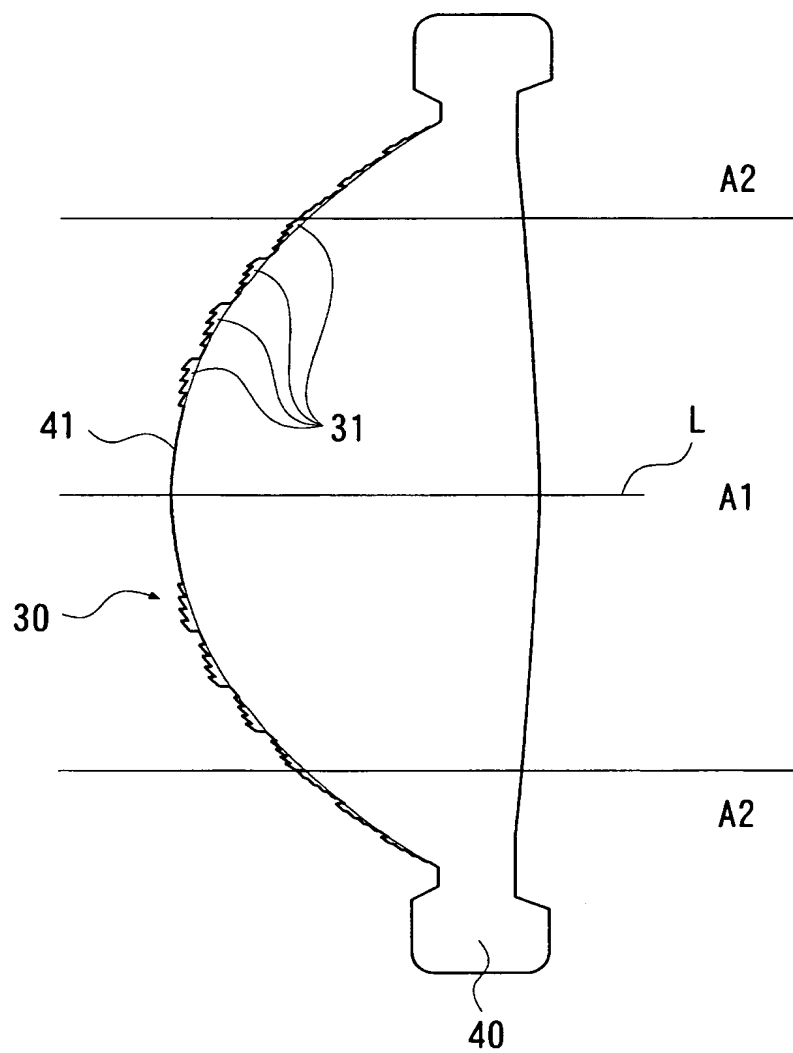
【図 3】



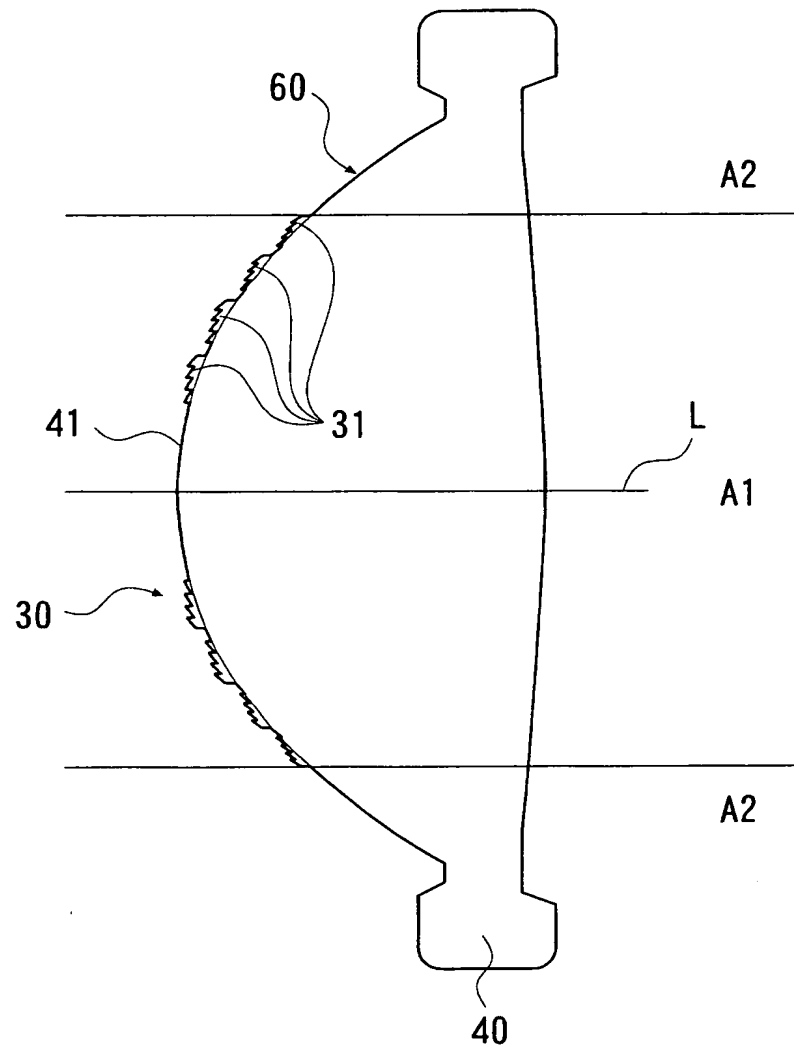
【図 4】



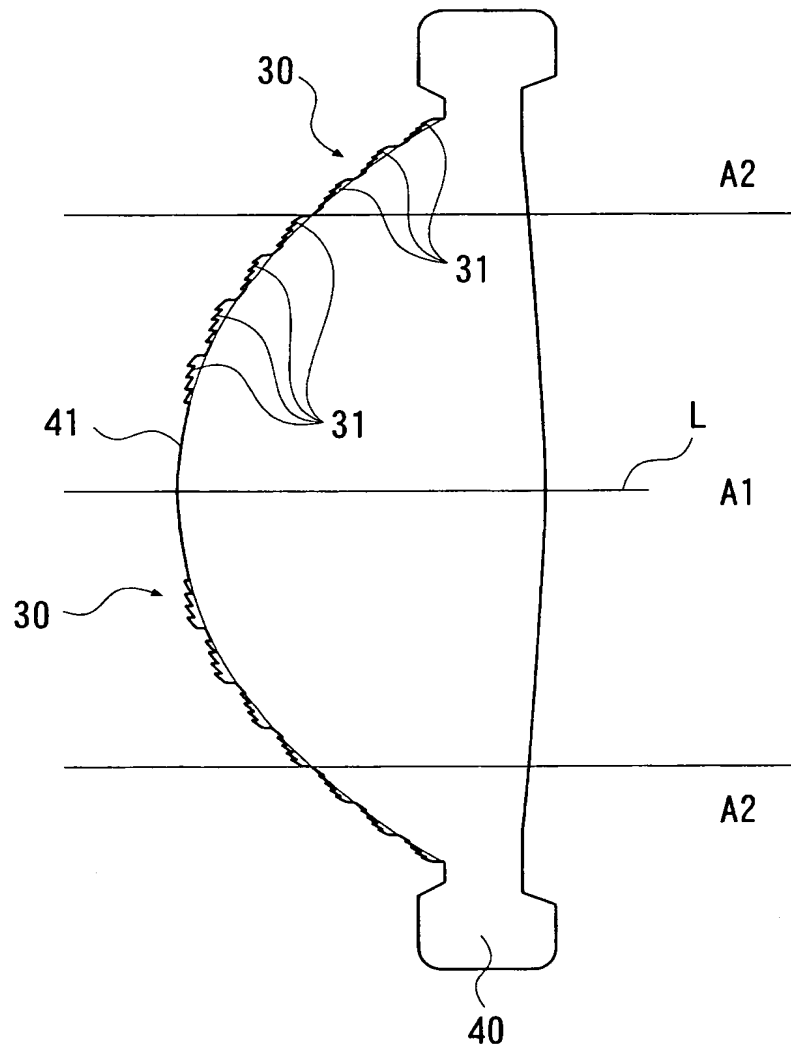
【図 5】



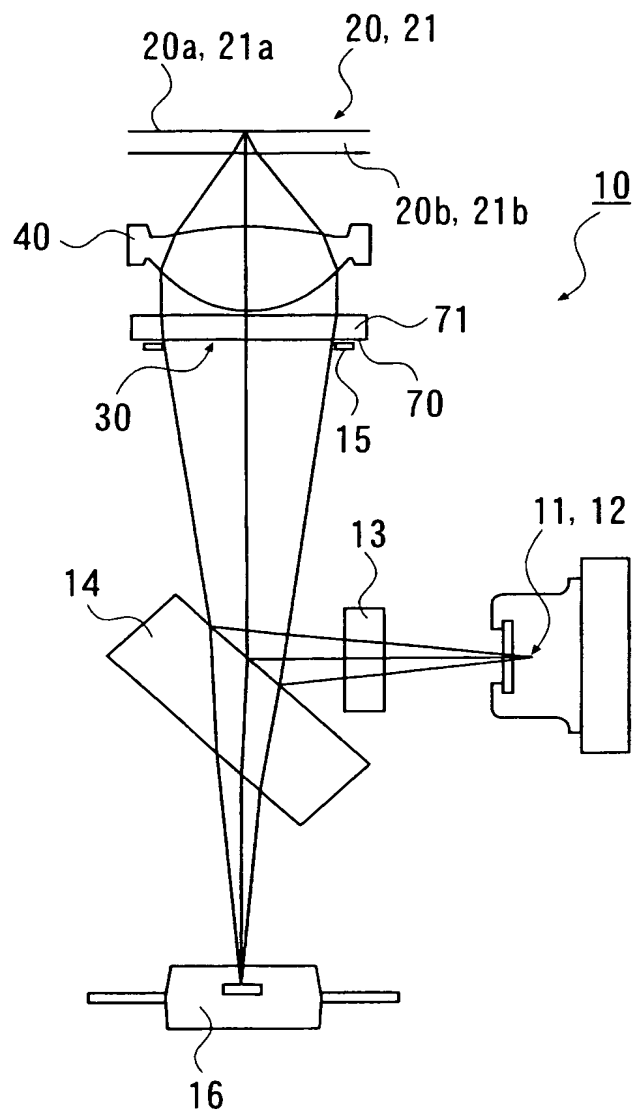
【図 6】



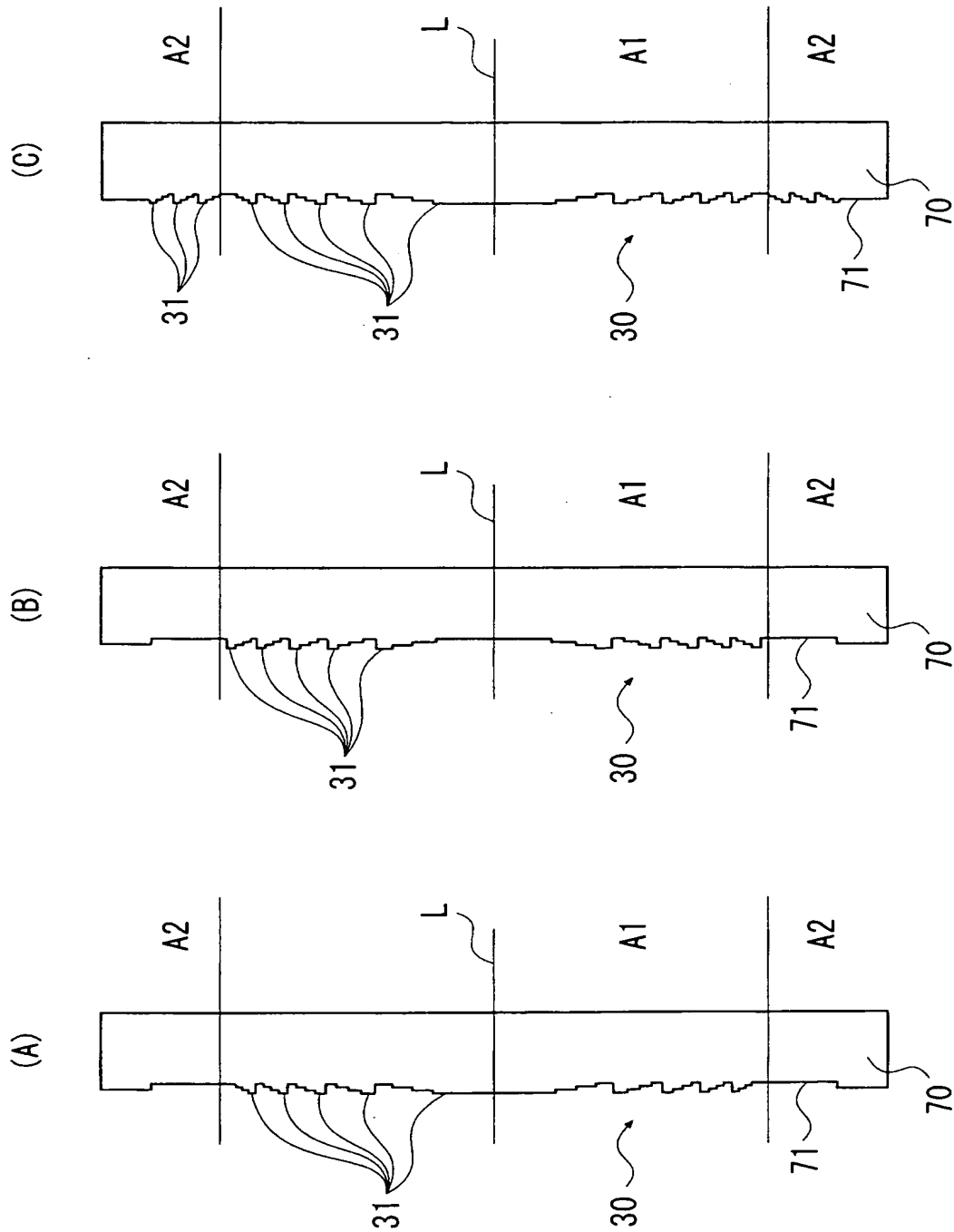
【図 7】



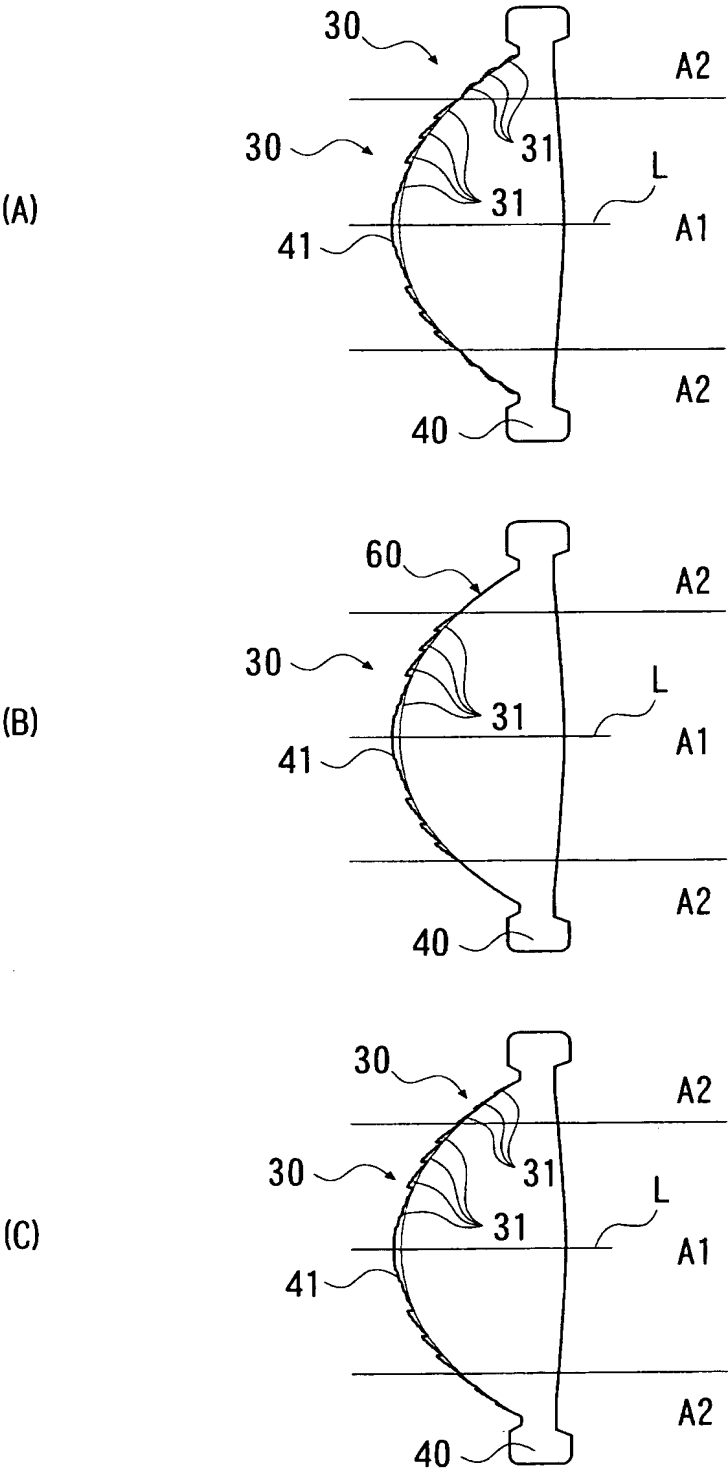
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用する波長が異なる二種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、像高特性の悪化を低減し、温度変化による球面収差等を補正できる有限系の光ピックアップ装置及び対物光学素子を提供する。

【解決手段】 本発明の光ピックアップ装置 1 0 は、光学素子の少なくとも一つに、光軸 L を中心とする中央領域 A 1 と中央領域の周辺に位置する周辺領域 A 2 を備える。中央領域には、階段形状の不連続部位 3 1 が周期的に形成され、第 1 の波長 $\lambda 1$ の光束と第 2 の波長 $\lambda 2$ の光束の少なくともどちらか一方に対して位相差を付与する位相変調手段 3 0 を備える。位相変調手段は所定の光束を対物光学素子との協働により球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で光情報記録媒体 2 0、2 1 に集光させる。そして、第 1 の波長 $\lambda 1$ の光束と第 2 の波長 $\lambda 2$ の光束を共に発散光として対物光学素子 4 0 に入射させる。

【選択図】 図 1

特願 2002-318795

出願人履歴情報

識別番号

[000001270]

1. 変更年月日

1990年 8月14日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名

コニカ株式会社